



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

VI. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2025eko maiatzaren 28, 29 eta 30a
Bilbo, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 4.0

GIZARTE ZIENTZIAK ETA ZUZENBIDEA

**Diseinuan oinarritutako ikerketa
zientzien hezkuntzan: teoria
ikasgeletara hurbiltzeko tresna**

*Oier Pedrera, Oihana Barrutia
eta José Ramón Díez*

171-178 or.
<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.vi.02.22>

ANTOLATZAILEA



BABESLEAK



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



LAGUNTZAILEAK



Diseinuan oinarritutako ikerketa zientzien hezkuntzan: teoria ikasgeletara hurbiltzeko tresna

Oier Pedrera, Oihana Barrutia eta José Ramón Díez

*Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Matematika, Zientzia Esperimental eta Gizarte
Zientzien Didaktika Saila
oier.pedrera@ehu.eus*

Laburpena

Zientzien hezkuntzaren egungo kezka nagusienetarikoa teoriaren –ikerketen emaitzek proposatzen dutena– eta praktikaren –egunerokotasunean ikasgeletan egiten dena– arteko arrakala da. Ikerketa didaktikoak ikaskuntza-irakaskuntza zailtasun ohikoenak identifikatu eta horiek gainditzeko iradokizun funtsatuak burutu ditu. Aitzitik, ebidentzietan oinarritutako proposamen horiek gutxitan eragiten dute ikasgela errealetako praktiketan. Gauzak horrela, ikerketa honek helburu bikoitza du: 1) arrakala hori murrizteko potentziala duen diseinuan oinarritutako ikerketaren paradigma metodologikoa aurkeztea, eta 2) hori landareen nutrizioaren gai konplexuaren hezkuntza hobetzeko nola erabili den azaltzea.

Hitz gakoak: Zientzien hezkuntza; Diseinuan oinarritutako ikerketa (DOI); Ikaskuntza-irakaskuntza sekuentzia; Teoria-praktika arrakala; Landareen nutrizioa

Abstract

The persistent gap between theory –what the research findings propose– and practice –what is done in classrooms on an everyday basis– is a key concern in science education. Didactic research has identified the most common teaching-learning difficulties and offers evidence-based solutions to overcome them. However, the implementation of these theoretically grounded proposals in real classroom practices is limited. Hence, this study has the double aim of 1) explaining the methodological paradigm of design-based research as a means to bridge this gap, and 2) presenting the results of its application in improving the education of the complex topic of plant nutrition.

Keywords: Science education; Design-based research (DBR); Teaching-learning sequence; Theory-practice gap; Plant nutrition

1. Sarrera eta motibazioa

Ikerketaren emaitzen (teoria), hezkuntza curriculumen (politika) eta ikasgela errealetako irakaskuntza jardueren (praktika) artean dagoen aldea zientzien hezkuntzaren alorreko kezka handienetarikoa da (Blanco López et al., 2018). Ebidentzia enpirikoek eta nazioarteko gidalerroek zientzien hezkuntza praktika zientifikoetan oinarritzearen garrantzia aldarrikatzen duten bitartean, ikasgela gehienetan nagusitzen den ikaskuntza-irakaskuntza eredia zientziaren produktuak modu zuzenean transmititzearena da (OECD, 2018; Osborne, 2014). Are gehiago, zientzien hezkuntzak helburu kontzeptual (eduki zientifikoak ikastea), epistemiko (zientzia egiten ikastea/zientziari buruz ikastea), eta sozialak (zientziaren balioa ulertzea/jarduera sozial bat dela ulertzea) uztartzen dituen arren (Duschl, 2008), ikasgeletan gailentzen den paradigma lehenengoetan zentratzen da ia eksklusiboki, zientziaren ikuspuntu hutsezin eta okerra irudikatzen duen bitartean. Horregatik, teoria-praktika arrakala hori murrizteko eta zientzien hezkuntza esanguratsuago bat bultzatzeko helburuarekin, azkenaldian esku-hartze didaktikoak diseinatzea eta enpirikoki frogatzea bideratutako ikerketa interbentzionisten gaineko interesa areagotu da (Guisasola et al., 2021; Tinoca et al., 2022). Izan ere, ikuspuntu teorikoa landuagoa duten ikerlarien eta egunerokotasunetik eratorritako ezagutza tazitu handiagoa duten irakasleen arteko elkarlanak esanguratsuagoak diren emaitza teoriko zein pragmatikoak lor ditzake, bidean bi munduen arteko tartea txikiagotuz (Juuti et al., 2016; Kortland & Klaassen, 2010). Hala, lan honetan diseinuan oinarritutako ikerketaren (DOI) paradigma metodologikoa aurkezten da, zientzien hezkuntzan teoria eta praktika uztartzeko duen potentzialitatea eztabaidatuz, eta adibidetzat horren aplikazio bat azalduz.

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Teoria eta praktikaren arteko arrakalaren inguruko kezka eta ebidentziek informatutako hurbilketen gaineko interesak zientzien hezkuntzan ikerketa bide berriak esploratzeko beharra azalarazi dute (Blanco López et al., 2018). Osborne & Dillonek (2008) azpimarratzen dutenez, teoriarik gabeko praktika ikasgelan gertatzen ari denaren esanahiarekiko itsua da, eta praktikarik gabeko teoria ez du inongo esangurarik. Horrenbestez, azken bi hamarkadetan bi aspektu horiek bateratzen dituzten ikaskuntza-irakaskuntza sekuentziak (IISak) diseinatzera, ebaluatzen eta baliozkotzen bideratutako izaera interbentzionistako ikerketen prebalentzia emendatu da (Guisasola et al., 2021; Méheut & Psillos, 2004).

IISek teoria eta praktikaren alderdiak uztartzeko potentzialitatea dute, aldi berean, produktu didaktiko bat eta ikerketa-jarduera bat direlako (Méheut & Psillos, 2004). Alegia, IISak produktu didaktiko bat dira gai jakin bat jorratzeko jarduera zehatzak eta ikasleei enpirikoki egokitutako gidalerroak barne hartzen dituztelako. Eta, ikerketa-jarduera bat dira, ezagutza teorikoa kontuan hartuz diseinatzeko diren eta inplementazioaren ondoren ebaluatzen diren momentutik, ikaskuntza-irakaskuntza prozesua ulertzeko eta egokitzeko datu baliagarriak ekoizten dituztelako (Psillos & Kariotoglou, 2016).

IISetan oinarritutako meso-mailako ikerketen eraginkortasuna ugaritan frogatu da (e.g. Anderson & Shattuck, 2012; Kortland & Klaassen, 2010; Psillos & Kariotoglou, 2016). Ondorioz, ikerketaren emaitzak eguneroko praktikan txertatzeko duten potentzialari esker, literaturak horien diseinura bideratutako marko metodologiko ugari proposatu ditu (Cobb et al., 2003; Guisasola et al., 2021). Alabaina, marko horiek guztiek ez dute teoria eta praktikaren arteko arrakala murrizteko ahalmena. Izan ere, ohikoa da hurbilketa horietako askok IISak diseinatzeko hartutako erabakiak esplizituki ez aipatzea, zein printzipio teoriko hartu diren kontuan ez azaltzea, edota horien kalitatearen ebaluazioak nola burutu diren ez deskribatzea (Guisasola et al., 2021; Psillos & Kariotoglou, 2016; Tinoca et al., 2022). Are gehiago, literaturak jakinarazten duenez, kalitatezko IIS bat zer den ere gutxitan definitzen dute ikerketek eta horien ebaluazioak burutzerakoan ikasleen ikaskuntza-irabazi kontzeptualetan zentratu ohi dira esku-hartzearen kalitatea eta, horrenbestez, teoria-praktika arrakala murrizteko ahalmena zehazteko ezinbestekoak diren bestelako irizpideak (e.g. bideragarritasuna, erabilgarritasun pragmatikoa...) baztertuz (Plomp & Nieveen, 2013).

Alderdi horiei guztiei buruzko informazio faltak ezinezkoa bihurtzen du IISa sistematikoki ebaluatzea, orokortzea, erreplikatzeko edota arian-arian hobetzea (Guisasola et al., 2021). Hortaz, lan honen helburua, lehenik, IISak diseinatzeko, ebaluatzen eta iteratiboki fintzeko DOIan oinarritutako marko metodologiko bat proposatzea da. Eta, bigarrenik, marko hori landareen nutrizioaren gaiaren ikaskuntza-irakaskuntza hobetzeko nola erabili den erakustea, aldi berean, beste zientziaren gai gakoetara eramateko aukera eta teoria-praktika arrakala murrizteko duen ahalmena eztabaidatuz.

3. Ikerketaren muina

3.1 Marko metodologikoa

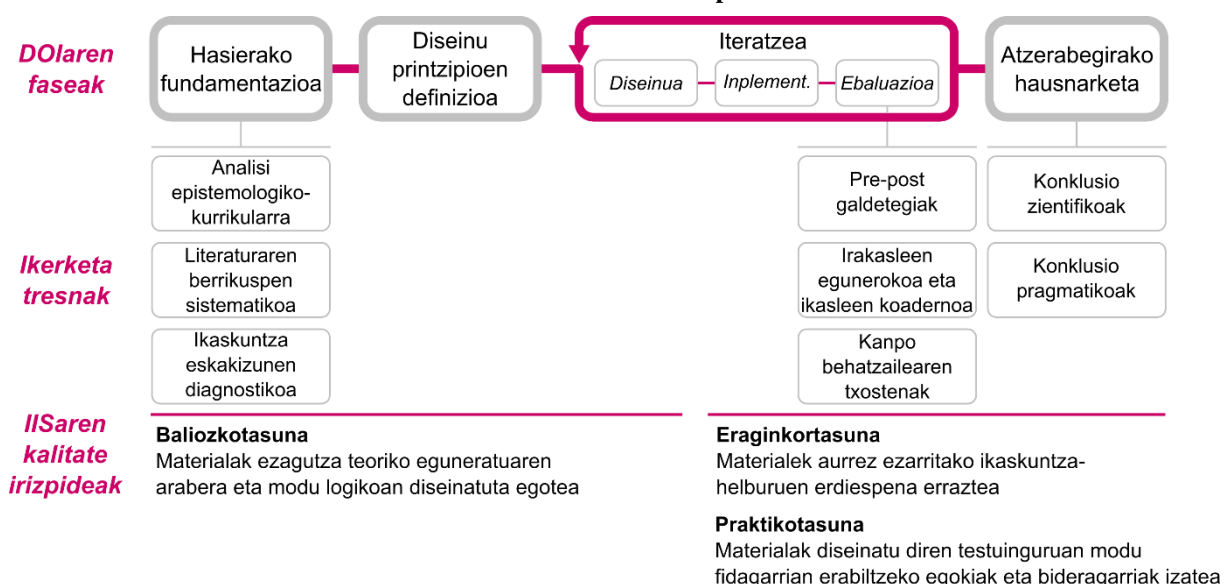
DOIa ikerketaren, praktikaren eta hezkuntza-materialen (e.g. IISak) artean zubiak eraikitzen beharretik jaiotako zientzien didaktikaren arloko paradigma metodologiko esanguratsuenetakoa da (Anderson & Shattuck, 2012; Barab & Squire, 2004; DBR Collective, 2003; Guisasola et al., 2021). Hurbilketa metodologiko horren izaera, gainera, helburu horretarako aproposa da berez. Izan ere, DOI paradigma:

- Interbentzionista da, diseinatutako IISak benetako ikasgela testuinguruetan inplementatzen direlako.
- Teoriari orientatutakoa da, produktu didaktikoak lortu eta, aldi berean, teoria garatzearen helburu bikoitza jarraitzen duelako.

- Iteratiboa da, IISak zein teoriak arian-arian fintzen eta baliozkotzen direlako.
- Prozesura orientatutakoa da, emaitzetan baino prozesuak karakterizatzean eta jazotzen diren aldaketak modu xehean aztertzean zentratzen delako.
- Pragmatikoa da, teoriaren balioa mundu errealean eragina eta erabilgarritasuna izateko ahalmenean aurkitzen duelako hezitzaile-ikertzaile elkarlana bultzatuz.

Horregatik guztiagatik, Juuti et al. (2016)-ek argudiatzen duten moduan, DOIa ikerketen emaitzek informatutako materialak irakasle publiko handiekin partekatzeak bai eta ko-diseinatzeak aukera eskaintzen duen metodologia da. Gainera, metodologiak produktu enpirikoki frogatuak ikasgeletara gerturatzeaz gain, horiek zergatik eta nola funtzionatzen duten azaltzen duten “teoria apalak” garatu eta baliozkotu ditzake (Barab & Squire, 2004; Plomp & Nieveen, 2013). Edonola ere, DOI metodologia irekia da definizioz eta, iteratiboa izan behar duela argitzeaz aparte, ez ditu IISak diseinatzeak eta ebaluatzeak tresna edo pauso zehatzak eskaintzen (Anderson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2019). Beraz, Guisasola et al. (2021) eta Hoadley & Campos (2022)-en hurbilketetan oinarrituz, lan honetan DOI metodologia aplikatzeko lau fase nagusiz osatutako prozedura proposatzen da (1. irudia), IISak iteratiboki diseinatzeak eta horien kalitatearen aspektu guztiak bermatzeko aukera ematen duena (Plomp & Nieveen, 2013).

1. irudia. DOI metodologiaren fase nagusiak, horietako bakoitzean erabilitako ikerketa tresnak eta bermatutako kalitate irizpideak.



Lehenengo fasea hasierako fundamentazioarena da eta IISa teorikoki kontsistentea izateko eta eguneratuta egoteko balio du (i.e. baliozkotasunaren kalitate irizpidea). Alegia, urrats horretan ikasgeletako eskakizun pragmatiko bat edo literaturako hutsune bat identifikatzen da eta horri helduko dioten bai ikerketa bai IISa gidatu eta mugatuko dituzten oinarri teorikoak xedatzen dira (Guisasola et al., 2021; Hoadley & Campos, 2022). Horrela, hiru ikerketa tresna proposatzen dira diseinatzen den IISa baliozkoa dela bermatzeko. Lehenik, ikasi beharreko gaiaren egokitzapen kurrikularra egitea eta ideia gakoak eta ikaskuntza-adierazleak definitzea baimentzen duten analisi epistemologiko eta kurrikularra burutzen dira. Bigarrenik, ikasleen ohiko zailtasunak identifikatzea eta aurretiaz burututako IISak konparatzea helburu duen literaturaren berrikuspen sistematiko bat egiten da. Eta, azkenik, testuinguruko eskakizun eta behar zehatzak identifikatzeko ikasleen modelo mentalen diagnostiko bat egiten da.

Hiru tresna horietatik lortutako informazioa IISaren diseinua hezurmamituko duten diseinu-printzipioak zehazteko erabiltzen da (Bakker, 2018; Hoadley & Campos, 2022). Hau da, bigarren fasean, identifikatutako eduki eta ikaskuntza-adierazleak, zailtasunak, estrategia

potentzialki eraginkorrak, eta testuinguruko behar espezifikoak aintzat hartzen dituzten diseinu-orientabide eta -gidalerro orokorrak definitzen dira.

Hirugarren fasea iteratzean datza eta, bertan, definitutako diseinu-printzipioen zein horietatik eratorritako IISaren eraginkortasuna eta praktikotasuna ebaluatzen dira. Ez hori bakarrik, fase hau da neurri handienez irakasleekin elkarlanean burutzen dena ere (Couso, 2016). Horregatik, garrantzi berezia du teoria-praktika arrakala murriztearen ikuspuntutik.

Fase horretako lehenengo pausoa teoriatik abiatuta definitutako diseinu-printzipioak irakasleekin adostea eta horietan oinarrituz IISaren lehenengo bertsio bat gorpuztea da. Urrats hori, printzipioen baliozkotasuna emendatzeko lagungarria izateaz gain, formakuntza beharrak edota teoria eta ezagutza tazituaren arteko bateraezintasunak topatzeko balio du ere. Horri esker, diseinuaren koherentzia modu kolektiboan egiaztatzen da eta irakasle eta ikertzaileen ezagutzak uztartzen dituen produktu didaktiko adostu baten lehenengo bertsioa lortzen da (Juuti et al., 2016; Plomp & Nieveen, 2013).

Ondoren, IISa ikasgeletan inplementatzen da eta hainbat irizpideren arabera ebaluatzen da (Cobb et al., 2003; Guisasola et al., 2021). Proposatutako marko metodologikoaren arabera, bi kalitate irizpide nagusi ebaluatzen dira hemen: eraginkortasuna eta praktikotasuna (Plomp & Nieveen, 2013). Hala, IISaren eraginkortasuna ebaluatzeko, ikaskuntza-helburuen erdiespena ebaluatzen duten eta instrukzioak eragindako aldaketak aztertzen dituzten pre-post galdetegiak burutzen dira. Praktikotasunari dagokionez, IISa erabilgarria dela eta testuinguruko behar eta ezaugarrietara ondo doitzen dela ziurtatzeko, irakasleek betetzen dituzten egunerokoak bai eta ikasleen koadernoak aztertzen dira (ikus Guisasola et al., 2021). Eta, azkenik, bai eraginkortasuna bai praktikotasuna behatzeko, hainbat inplementazio kritikoki analizatzen dira. Emaizta horien guztien konbergentziak eta triangelaketak diseinu-printzipioen eta IISaren kalitatearen inguruko irudi orokorra eskaintzen dute, elementu eraginkorrak zergatik funtzionatzen duten jakitea ahalbidetuz, eta hutsuneak edo hobetu beharreko alderdiak identifikatuz (DBR Collective, 2003). Horrenbestez, ebaluazioaren emaitzek diseinu-printzipioen, IISaren aspektuen edo jarduera konkretuen finketa eta doiketa informatzen dute berriz ere behar haina errepikatzen den iteratze faseari hasiera emanez (Guisasola et al., 2021; Hoadley & Campos, 2022; McKenney & Reeves, 2019).

Azkenik, behin IISak eragiten dituen emaitzekin ase, ikerketa-prozesu osoaren atzera begirako hausnarketa egiten da. Edelson (2002), Hoadley & Campos (2022) eta Méheut & Psillos (2004)-ek aldarrikatzen duten moduan, prozesu horrek mota askotariko teoriak baita inplikazio praktikoak identifikatzea ahalbidetzen du. Hortaz, ez dira soilik domeinu teoria handiak garatzen edo baliozkotzen (adb. ikaskuntza-irakaskuntza hurbilketa bat funtzionatzen duen edo ez), baizik eta aztergaiarekiko espezifikoak diren diseinu-printzipio erabilgarriak edota bereziki eraginkorrak diren jarduera zehatzak identifikatzen dira ere. Modu horretan, enpirikoki frogatutako produktu didaktiko bat diseinatuz eta testuinguru errealetan aldaketa positiboak eragitea lortu duten diseinu-elementuak identifikatuz, teoria eta praktikaren arteko arrakala murrizten laguntzen du DOI metodologiak (Bakker, 2018; Barab & Squire, 2004), prozesuan zehar sortutako irakasle eta ikertzaileen arteko kolaborazio harremanek ere bide horretan lan eginez (Couso, 2016; Juuti et al., 2016).

3.2 Landareen nutrizioaren inguruko IISaren adibidea

Proposatutako markoaren bideragarritasun eta eraginkortasuna frogatzeko Bigarren Hezkuntzarako (1. Batxilergorako) landareen nutrizioaren inguruko IIS bat diseinatu da bi diseinu, inplementazio eta ebaluazio iterazioen bidez. Beraz, honako kasuan ikerketa motibatu duen beharra landareen nutrizioaren ikaskuntza-irakaskuntza hobetzeko premia izan da, Biologiaren hezkuntzako gai konplexuenetarikoa baita (Pedrera et al., 2024b).

Hasierako fundamendazioan burututako azterketek erazagutu dute landareen nutrizioaren gaia ulertzeko ikasleek ideia esanguratsu gutxi batzuk artikulatu behar dituztela haien modelo mentaletan (Pedrera et al., 2023). Gainera, zailtasunak ugariak badira ere (Pedrera et al., 2025), gehienak printzipio kimiko basikoak aplikatzeko zailtasunetatik, eguneroko hizkuntzak

eragindako gaizki-ulertuetatik, eta haien modelo mentalak berrikusteko aukeren faltarengatik datozela behatu da (Pedrera et al., 2024b). Hortaz, IISaren lehenengo diseinua gidatu duten printzipioak ideia sakon baina gutxi batzuetan zentratzea, ikasleen zailtasunak kontuan hartzen dituzten eta haien ideien gaineko kontzientzia metakognitiboa emendatzen dituzten jarduera espezifikoak txertatzea, eta praktika zientifikoen garapena baimentzen duen modeloetan oinarritutako indagazioaren hurbilketa jarraitzea izan dira (Pedrera et al., 2024a).

Adibidez, IISaren lehenengo bertsio horren (IIS₁) jardueren artean, aipagarria da sekuentziari hasiera emateko eta ikasi beharreko gaia fenomeno paradigmatico batekin testuinguratzeko modua ikasleei “Nondik lortu du 725000 kg pisatzen dituen munduko zuhaitz handienak haren masa?” galdetzea izan dela. Era berean, historikoki garrantzi handia izan duten bi esperimendu aztertzeke eta haien ideiekin konparatzeko eskatu zaie: 1) ideia heterotrofikoak baztertu zituen Van Helmont-en esperimendua, eta 2) CO₂ gasaren finkapena frogatu zuen Calvin-en esperimendua. Hala, fotosintesian gertatzen diren materia eta energia transformazioetan sakontzea bilatu da funtsean, ikasleen arrazoiketa zientifikoak indartu eta ideia intuitiboak (adb. landareak lurzoruko elementuak xurgatuz elikatzen direla) baztertu nahian.

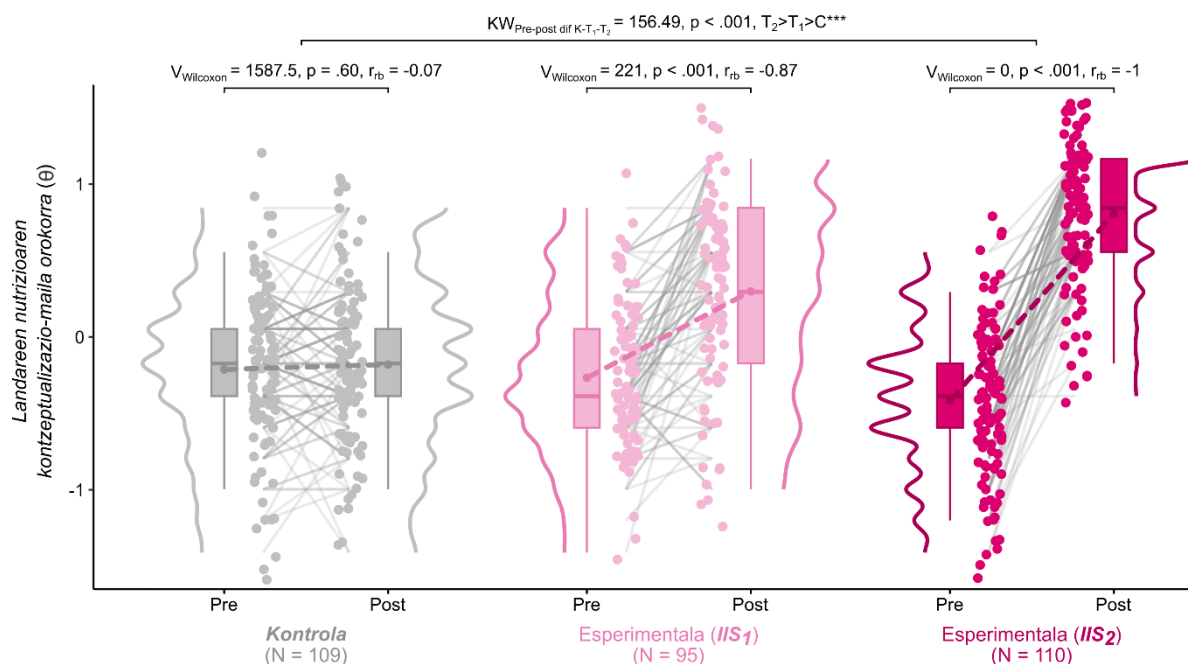
Deskribatutako DOI marko metodologikoa jarraituz, lehen iterazio hori (IIS₁) EAEko 6 ikastetxetako 95 ikaslerekin inplementatu da, eta praktikotasunaren zein eraginkortasunaren arabera ebaluatu da. Hau da, batetik, jardueren bideragarritasun eta egokitasuna aztertzeke irakasleen (eguneroko eta elkarriketen bidez) zein ikasleen (koadernoen bidez) iritzi eta zailtasunak bildu dira. Bestetik, jarduerak ikaskuntza-helburuen lorpenean duten eragina enpirikoki zehazteko gaiaren alderdi desberdinak ebaluatzen dituzten bost galdera irekiko pre-post galdetegiak pasa dira. Are gehiago, azken horiek ikasle bakoitzaren sekuentzia egin aurreko (pre) eta ondorengo (post) kontzeptualizazio-maila orokorra kalkulatzeko balio izan dute haien erantzunen eta ezagutza zientifiko adostuaren arteko distantzia aintzat hartuz. Horrela, sekuentziaren eraginkortasuna –edukia instrukzio zuzenaren bidez ikasi duten– 4 ikastetxetako 109 ikasleko kontrol talde batekin konparatu da, eta kontzeptualizazio-mailaren aldaketa estatistikoki aztertzeke Wilcoxon testak (ikasle bakoitzaren aldaketa behatzeko) eta Kruskal-Wallis testak (kohorte talde desberdinen arteko pre-post aldaketa behatzeko) gauzatu dira.

IIS₁en ebaluazioak sekuentzia eta definitutako diseinu-printzipioak oparoak izan daitezkeela erakutsi du. Izan ere, ikasleen kontzeptualizazio-mailaren eboluzioa kontrol taldearena baina hobeia izan da (2. irudia). Haatik, hori modu finagoan aztertzerakoan behatu da IISak landareen nutrizioaren ideia guztiak ez dituela berdin eragin eta, bereziki, fenomenoaren ikuspuntu ekosistemikoa ez dela behar beste hobetu. Gainera, alderdi kontzeptualari dagokionez emaitza positiboak lortu diren arren, irakasleek praktikotasunarekin erlazionatutako hainbat zailtasun identifikatu dituzte. Hala nola, hainbat jardueren arteko koherentzia falta, horietako batzuk ikasleen mailarako konplexuegiak izatea (e.g. Calvinen esperimendua aztertu eta interpretatzearena), edota IISa, orokorrean, luzeegia izatea.

Emaitza horiek eta irakasleen ekarpenak aintzat hartuz, IISa berdiseinatu da. Horretarako, jarduera horietako batzuk guztiz ezabatu dira (zailegiak, errepikakorrak, luzeegiak...) eta beharrezko kasuetan jarduera berriak edo egokitzenak adostu dira. Esaterako, landareen nutrizioaren garrantzi ekosistemikoa agerian uzteko jarduera gehiago txertatu dira eta konplexu eta luzeegia suertatutako Calvinen esperimendua aztertzearen jarduera eduki berberak lantzen dituen (i.e. fotosintesia eta arnasketan jazotzen diren materia eta energia transformazioak) landareen nutrizioaren prozesuak plastilinarekin modelizatzean datzan jarduera batekin ordezkatu da.

IISaren bigarren bertsio hori (IIS₂) 6 ikastetxetako beste 110 ikaslerekin inplementatu da eta aurreko iterazioan erabilitako tresna berdinak erabiliz ebaluatu da. Oraingoan, emaitzak aurreko bertsioarenak baino hobeak izan dira bai praktikotasunaren bai eraginkortasunaren aldetik (2. irudia). Ondorioz, berdiseinuaren ebaluazioaren emaitzak ez dute soilik diseinatutako IISaren eraginkortasun eta praktikotasuna frogatu, baizik eta proposatutako marko metodologikoaren bideragarritasun eta esangura ere.

2. irudia. Pre-post galdetegi bidez neurtutako ikasleen landareen nutrizioaren inguruko kontzeptualizazio-mailaren eboluzioa jasotako instrukzioaren arabera.



4. Ondorioak

Landareen nutrizioaren gaiaren ikaskuntza-irakaskuntza hobetu nahian burututako azterketak erakutsi du proposatutako marko metodologikoa aproposa dela, bai enpirikoki frogatutako IIS eraginkorrak lortzeko (2. Irudia), bai testuinguru errealean eragina izan dezaketen eta teoria-praktika arrakala murrizteko abaguneak izan daitezkeen teoriak eta diseinu-printzipioak identifikatzeko ere. Izan ere, horretan asko sakondu ez den arren, ikerketan bildutako askotariko emaitzak funtzionatzen duten jarduera eta elementuak identifikatzeko balio izan dute (adb. berdisenuan txertatutako modelizazio jarduera ikasleen materia eta energia transformazioen inguruko ulermena hobetzeko bereziki eraginkor eta interesgarria izan daitekeela behatu da). Gainera, kontuan hartu beharra dago irakasleak IISaren bertsio desberdinen iteratze prozesuetan parte hartu dutela. Hortaz, IISa haien ekarpenekin aberastu duten modu berean, irakasle-ikertzaile kolaborazioak ere parte-hartzaile guztiak aberastu dituela esan daiteke, ikuspuntu desberdinak partekatze eta kezkak, estrategiak eta, azken finean, ideiak amankomunean jartzeko ikaskuntza-komunitateak eratu baitira.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Emaitzak behatuta pentsa liteke landareen nutrizioa lantzeko diseinatutako IISaren emaitzak ezin hobeak izan direla. Hala ere, alderdi kontzeptuala asko hobetu den arren batez ere kontrol taldearekin konparatuz gero, aztertu diren bestelako aspektuak hobetzeko ez da horren eraginkorra izan (ikasleen jarrerak, interesak...). Gainera, IIS₂aren praktikotasunaren azterketak ezagutarazi duenez, oraindik ere hainbat arazo aurkeztu ditu bigarren bertsioak. Hortaz, DOI metodologiaren konpromisoa jarraituz, etorkizunerako norabide ebidenteena IISaren iterazio gehiago egitea izango litzateke hutsuneak aurkeztu dituzten aspektu horiek hobetzeko.

Bestalde, marko metodologikoaren emaitzak onak izan diren arren ere, horren bideragarritasuna eta arrakala murrizteko gaitasuna aztertzeko ikerketa gehiago egin beharko lirateke. Adibidez, lortutako emaitzek ikerketa amaitu ondoren parte-hartzaileen testuinguru errealean eragiten ote duten aztertu ahalko litzateke edota proposatutako metodo eta tresnak beste zientzia gaiekin probatu beharko horren zurruntasun eta erabilgarritasuna egiaztatzeko.

6. Erreferentziak

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Bakker, A. (2018). *Design research in education: A practical guide for early career researchers* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203701010>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Blanco López, Á., Martínez Peña, B., & Jiménez Liso, M. R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 15–28. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001009>
- Couso, D. (2016). Participatory approaches to curriculum design from a design research perspective. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative design of teaching-learning sequences* (47–71 or.). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_4
- DBR Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: Una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(1), 1–18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Hoadley, C., & Campos, F. C. (2022). Design-based research: What it is and why it matters to studying online learning. *Educational Psychologist*, 57(3), 207–220. <https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2079128>
- Juuti, K., Lavonen, J., & Melsalo, V. (2016). Pragmatic Design-Based Research – Designing as a shared activity of teachers and researches. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative design of teaching-learning sequences: Introducing the science of materials in european schools* (35–46 or.). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5>
- Kortland, K., & Klaassen, K. (Eds.). (2010). *Designing theory-based teaching-learning sequences for science education: Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as Professor of Physics Didactics at Utrecht University*. CDBeta Press.
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting educational design research* (Second edition). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515–535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- OECD. (2018). *The science of teaching science: An exploration of science teaching practices in PISA 2015* (Vol. 188). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f5bd9e57-en>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation. https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2019/12/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final1.pdf
- Pedrerá, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2023). Modelo científico de la nutrición vegetal: Análisis epistemológico y propuesta de progresión de aprendizaje. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(3), 201–2019. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3102

- Pedrer, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024a). Effectiveness of a model-based inquiry instructional sequence in overcoming students' teaching-learning difficulties on plant nutrition. *International Journal of Science Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2350705>
- Pedrer, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024b). Rooting out teaching-learning difficulties of plant nutrition: A systematic literature review. *Studies in Science Education*, 1–36. <https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2442243>
- Pedrer, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2025). Unveiling students' mental models and learning demands: An empirical validation of secondary students' model progression on plant nutrition. *Research in Science Education*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10225-x>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *Educational design research*. SLO.
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (Eds.). (2016). *Iterative design of teaching-learning sequences: Introducing the science of materials in european schools*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5>
- Tinoca, L., Piedade, J., Santos, S., Pedro, A., & Gomes, S. (2022). Design-based research in the educational field: A systematic literature review. *Education Sciences*, 12(6), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci12060410>

7. Eskerrak eta oharrak

UPV/EHUko Ikertzaileak Prestatzeko Kontratazio Deialdiaren (PIF20/65) eta Eusko Jaurlaritzaren (IKASGARAIA: Hezkuntza, kultura, eta garapen jasangarria; IT1637-22) finantzazioari.

Halaber, mila mila esker nire tesia laburbiltzen duen ikerketa honetan parte hartu duten irakasle eta ikasle orori.